

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-204108
(43)Date of publication of application : 22.07.1994

(51)Int.Cl. H01L 21/027
G03F 7/20
G05D 3/00

(21)Application number : 05-014406 (71)Applicant : CANON INC
(22)Date of filing : 04.01.1993 (72)Inventor : MATSUSHITA TOSHIICHI

(54) SEMICONDUCTOR ALIGNER

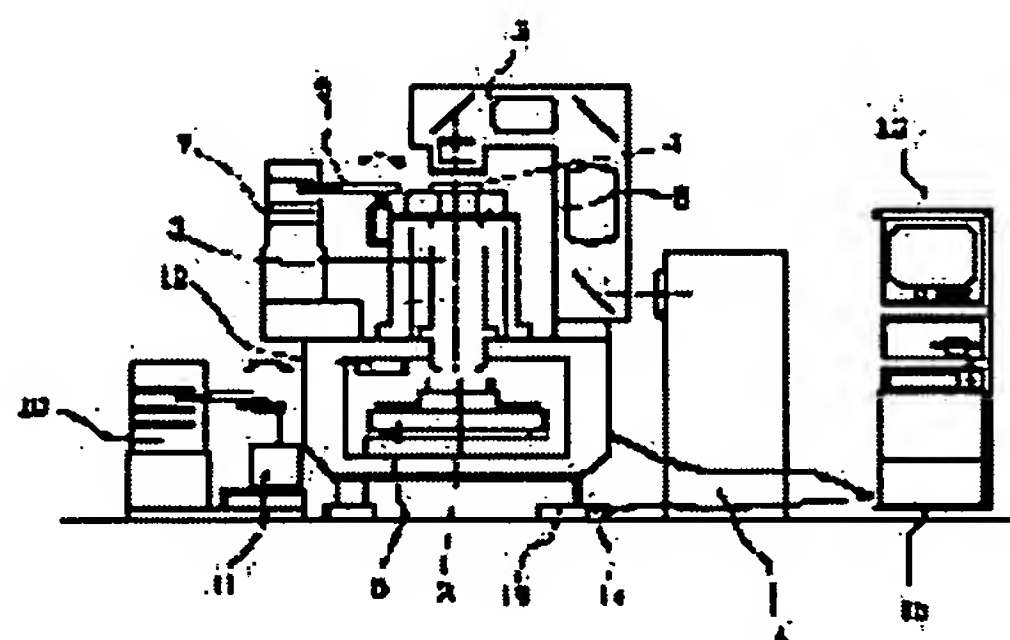
(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the failure and breakage of an aligner itself, in which a high-precision stage, etc., do not move normally by an earthquake of medium magnitude and the high-precision stage struck by an earthquake shock is damaged, by equipping an earthquake-detecting sensor for controlling the operation of the aligner.

CONSTITUTION: The title semiconductor aligner for exposing and transferring a pattern formed on a first object 1 surface to a second object 2 surface directly or via optical means has a earthquake-detecting sensor 14 for controlling the operation of the aligner.

That is, an aligner body or separate part is provided with an accelerometer 14 for detecting an

earthquake; and particularly when the acceleration of a value determined in the light of the installation environment of the separate part or more is detected, the operation of the aligner is temporarily interrupted so that the aligner is prevented from producing an abnormal chip and from causing the deterioration of productivity. Further, the operation of the aligner is not resumed until the check of respective inspection items, i.e., the check of the misregistration of a laser 4 with the body part in this case ends.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.06.1997

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other
than the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3193502

[Date of registration] 25.05.2001

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The semi-conductor aligner characterized by having a sensor for the earthquake detection for controlling actuation of equipment in the semi-conductor aligner which carries out the exposure imprint of the pattern formed on the 1st body side through direct or an optical means in the 2nd body side.

[Claim 2] The semi-conductor aligner according to claim 1 characterized by having a means to suspend actuation promptly if an earthquake is detected by said sensor during operation.

[Claim 3] The semi-conductor aligner according to claim 1 characterized by having a means to suspend actuation of a conveyance means promptly if it has a conveyance means to carry in the 1st body and the 2nd body to equipment, and to take out from equipment and an earthquake is detected by said sensor during operation.

[Claim 4] The semi-conductor aligner according to claim 1 characterized by having the means which controls to suspend actuation of a position control means promptly and to remain in an orientation when it has a position control means to hold the 1st body and the 2nd body and to control those locations and an earthquake is detected by said sensor during operation.

[Claim 5] The semi-conductor aligner according to claim 1 characterized by having a means to warn of there having been an earthquake if an earthquake is detected by said sensor during operation.

[Claim 6] The semi-conductor aligner according to claim 1 characterized by having a means to suspend actuation and to direct an act required for an operator after that if an earthquake is detected by said sensor during operation.

[Claim 7] The semi-conductor aligner according to claim 1 characterized by having a means to suspend actuation, to memorize the condition before a halt and to resume operation from the condition at the time of a halt based on this memorized data if an earthquake is detected by said sensor during operation.

[Claim 8] The semi-conductor aligner according to claim 1 characterized by not resuming operation until it suspends the actuation promptly and the predetermined inspection by the operator is completed if an earthquake is detected by said sensor during operation.

[Claim 9] The semi-conductor aligner according to claim 1 characterized by having a means to suspend processing and to stand by in the safest location condition for moving part if an earthquake is detected by said sensor during operation.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the semi-conductor aligner which gave the anti-earthquake procedures for returning equipment to normal operation quickly ** it does not produce a defective, even when the extraneous vibration by a middle-scale earthquake etc. is especially added during operation of equipment about the semi-conductor aligner used in the manufacture process of semiconductor devices, such as IC and LSI.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, various devices, such as a cure against vibration control, a bonding strength rise of a connection, etc. which can maintain the predetermined engine performance normally, are made to the oscillation in the usual equipment operating environment which fills with a semi-conductor aligner the conditions of the floor vibration specified on installation specification, the conditions of the floor vibration considered according to the individual for every installation place, etc.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, especially the thing conventionally coped with supposing the case where a with a seismic coefficient [with a comparatively big shake] of about two to four middle-scale earthquake occurs, for production prevention of a defective, the security of equipment, the immediate resumption of normal operation of equipment, etc. during operation of a semi-conductor aligner (condition which has [be / it / under / transport / difference] neither fixed metallic ornaments nor shock absorbing material) is not performed. Therefore, only according to the conventional cure against vibration control, as the conventional cure against vibration control, the predetermined engine performance will not be able to be maintained but a defective will be produced by location gap of each part of the inside of an aligner produced by the oscillation (for example, set to 4mm on 2Hz and the seismic scale 4) which it cannot finish taking depending on conditions, such as magnitude of an earthquake, timing of generating, and an installation environment of equipment, etc. The possibility of a location gap of the section (an example explains) is high every [to which especially the cure against vibration control is seldom performed] exception. And the allowed value to the above-mentioned location gap is becoming still smaller with detailed-izing of the circuit pattern of a semiconductor device in recent years. Furthermore, by the extraneous vibration by the earthquake, the conveyance object in an aligner carries out drop destruction, a high precision stage etc. stops moving normally with the fragment etc., and equipment's own failure and breakage with which the high precision stage struck with the impact breaks occur.

[0004] The object of this invention is in a semi-conductor aligner in view of such a conventional problem to take effective measures to a middle-scale earthquake.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain this object, in this invention, it has a sensor for the earthquake detection for controlling actuation of equipment in the semi-conductor aligner which carries out the exposure imprint of the pattern formed on the 1st body side through direct or an optical means in the 2nd body side.

[0006] In a more concrete mode, when an earthquake is detected by said sensor during operation, it has a means to suspend actuation promptly. For example, in having a conveyance means to carry in

the 1st body and the 2nd body to equipment, and to take out from equipment, when it detects an earthquake, it has a means to suspend actuation of a conveyance means promptly. Moreover, when it has a position control means to hold the 1st body and the 2nd body and to control those locations and an earthquake is detected, actuation of a position control means is suspended promptly and it has the means which controls to remain in an orientation. Furthermore, a means to warn of there having been an earthquake, a means to suspend actuation and to direct an act required for an operator after that, A means to suspend actuation, to memorize the condition before a halt and to resume operation from the condition at the time of a halt based on this memorized data, It is desirable to have the means it is made not to resume operation, a means to suspend processing in the safest location condition for moving part, and to stand by, etc. until it suspends actuation and the predetermined inspection by the operator is completed.

[0007]

[Function] When an earthquake is detected in this configuration by the acceleration sensor for earthquake detection prepared in the aligner, an aligner suspends operation promptly, where the insurance of equipment is secured, it stands by, after it checks according to the checkpoint the user was instructed to be, calls the condition before a halt from memory, and resumes operation from that condition. It is not necessary to take the large-scale measures against vibration control etc. by this, and although it is rare, damage by the middle-scale earthquake which causes the serious situation of defective production or the own breakage of equipment is prevented.

[0008]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained using a drawing. Drawing 1 shows the semi-conductor aligner concerning one example of this invention. Although this semi-conductor aligner is the thing of the projection exposure mold which carries out projection exposure of the pattern on the 1st body on the 2nd body through the optical means of a lens etc., the acceleration sensor for earthquake detection which is the description of this invention is attached in that basic configuration. The reticle which is the 1st body which has the circuit pattern by which an exposure imprint is carried out in order that one may form a semiconductor device among drawing, The wafer whose 2 is the 2nd body with which the exposure imprint of the circuit pattern of reticle 1 is carried out, The projection lens with which 3 projects the pattern of reticle 1 on a wafer 2 for a predetermined cutback scale factor, The laser whose 4 is the light source, the illumination-light study system from which 5 changes the laser beam from laser into the flux of light of predetermined magnitude with a uniform illuminance, The wafer stage where 6 positions a wafer 2 with high degree of accuracy, the reticle library where 7 keeps some kinds of reticles 1, The reticle stage which holds and positions reticle 1 when 8 carries out the exposure imprint of the pattern of reticle 1 at a wafer 2, Take out 9 from the desired reticle library 7, and it is supplied on a reticle stage 8. Moreover, the reticle conveyance system contained to the reticle library 7 which became unnecessary [on a reticle stage 8], 10 picks out the unexposed wafer 2 from the wafer cassette 10, and supplies the wafer cassette which keeps two or more wafers 2, and 11 on the wafer stage 6. Moreover, the wafer conveyance system which collects the wafers [finishing / exposure] 2 from the wafer stage 6 conversely, and is contained to the wafer cassette 10, The alignment scope on which 12 measures the location gap with reticle 1 and a wafer 2, the accelerometer for [13] earthquake detection in a vibration isolation and 14, the control operation section to which 15 carries out actuation control of the aligner, and 16 are displays for a display which constitute a part of control operation section 15. Except that the accelerometer 14 was attached, there are no conventional basic configuration and great difference of a semi-conductor aligner.

[0009] Next, in this configuration, when a with a seismic coefficient [with a comparatively big shake] of about two to four earthquake occurs during operation of an aligner which is the object of this invention, it is made for ** aligner not to make a defective, and prevents that ** equipment itself is damaged, and sequential explanation is given about the function to perform resumption of early operation of ** equipment.

[0010] Manufacture prevention of a defective is explained first. It is thought physical relationship with the section every [by which every / another / is independently carried out to the floor] exception that it is the easiest to be influenced of the oscillation by the earthquake, although some of bodies and bodies are constituted. In the case of this example, a body means the whole part currently

ridden and supported on mounting (vibration isolation) 13. On the other hand, the sections are laser 4, the wafer cassette 10, and the wafer conveyance system 11 every exception here. That is, it is the part which does not ride on mounting 13 but is independently put on the floor. The body section is a pile to a lifting about the breakage and destruction by a location gap or the impact to the extraneous vibration by the earthquake since the oscillation by the earthquake is absorbed by the vibration control device of mounting 13. Furthermore, since own mass of equipment is as large as 2 - 3ton, the location gaps by the shake of an earthquake are few.

[0011] However, every exception, although the section does not cause the location gap with the body section in the state of the floor vibration shown in an anticipated-use condition, i.e., the installation specification of equipment, since the vibration control device's not being necessarily so enough as the body section and mass were also light, when it is added according to the earthquake whose oscillation exceeding an anticipated-use condition is middle-scale extent, the physical relationship of the body section and the another every section is not necessarily guaranteed. Although guaranteed to 1gal extent by 2Hz by installation specification, the acceleration of 80gal extent may be added in the earthquake of a seismic coefficient 4. In other cases, the laser 4, the wafer carrier 10, and the wafer conveyance system 11 which are made into the another every section in this example are not necessarily the body section and every exception. However, in order [for consideration of the safety aspect by the toxic gas also being used for laser 4, for example] to use effectively the tooth space of the chamber (clean room) which a large amount of sustaining cost requires in order to complete the environment which fixes temperature or does not have dust, the cases which separate from a body and are installed as every exception are increasing in number. Nevertheless, in order to meet the demand of detailed-izing of a circuit pattern in recent years, managing more severely the physical relationship of laser 4 and the illumination-light study system 5 on a body is called for. For example, in order that it may be called for that the illuminance difference in each location is $\pm 1 - 2\%$ and, as for the lighting by the light which came out of the illumination system 5, it may realize it in the scope, let a location gap of the body section and the another every section be 0.5mm or less extent.

[0012] However, it connects and is not appropriate for a cost rise to establish the vibration control device of dedication, or to enlarge, and to raise rigidity only for the earthquake which does not occur rarely. Then, when the acceleration beyond the value decided by forming the accelerometer 14 which detects an earthquake in the section the body of equipment or every exception, and referring to the installation environment of the section especially every exception is detected, actuation of equipment was stopped temporarily and the aligner has prevented producing an abnormality chip and causing lowering of productivity. And operation of equipment is not made to resume at the check of each checkpoint, i.e., here, until the location gap check of laser 4 and the body section is completed. Although the equipment with which the body of equipment and the physical relationship of the another every section do not go wrong to the earthquake of a however big shake although repeated is an ideal, the earthquake accompanied by the big shake like [it puts the above-mentioned physical relationship out of order] is restricted, and if it is the equipment structure where it can respond to all situations, it will lead to enlargement and a cost rise of equipment. Then, although it halts to the earthquake on which the big shake which are not follows frequency although it cannot ignore, and production of a defective is prevented in this invention, the anti-earthquake procedures in a cheap approach are made possible by aiming at compaction (after-mentioned) of the time amount to recovery.

[0013] Although the example which used laser as the light source is shown by drawing 1, the same thing can be considered also when the ultrahigh pressure mercury lamp currently most used from the former is made into the light source. Drawing 2 is an example at the time of using an ultrahigh pressure mercury lamp 22 as the light source. The ultrahigh pressure mercury lamp is contained in the example of drawing 2 by the lamp house 21 by which every [another] is carried out like the case of laser 4. Conventionally, the lamp houses which are the locations which contain a lamp were an illumination system 5 and one, and were not every exceptions. However, the case where it becomes impossible to disregard the effect which the heat from the lamp house emitted by a mercury lamp has on the temperature environment of an aligner, and every [of the lamp house / another] is carried out like this example is coming out as the improvement in the engine performance of an aligner is called for.

[0014] The wafer carrier 10 and the wafer conveyance system 11 are shown in drawing 1 as an example of the section every exceptions other than the light source. Although every [of the wafer conveyance system 11 etc. / another] is not necessarily carried out in this case, either, possibility that conveyance of a wafer will stop that it is the configuration of every exception by location gap of a wafer conveyance system can be considered. Although this does not lead to production of a defect chip, it is a serious problem linking directly to the productivity of equipment. Therefore, when there is an earthquake, it is desirable whether it is certainly satisfactory like a performance issue each time and that it checks. In addition, since the automatic carrier robot also carries the wafer carrier more often with automation of a production line in recent years even when even the wafer carrier 10 is constituted by the body section, physical relationship with a robot's migration line is considered the same way.

[0015] Aggravation of the alignment accuracy of reticle 1 and a wafer 2 is one of causes of producing the possibility of manufacture of another defective. With the equipment of drawing 1, positioning of a wafer 1 checks the location of a wafer 1 by the alignment scope 12, and is performed by sending to a position by the wafer stage 13. On the other hand, reticle 1 is similarly performed by the reticle stage 8 and the non-illustrated alignment scope. By the way, positioning of 0.1-micrometer level is demanded with detailed-izing of a semiconductor device in recent years. On the other hand, according to the mounting 13 which is a vibration isolation, in an earthquake with a seismic coefficient of 4 or about 2Hz, the shake of about 4mm may remain on a body. These are the numeric values which cannot be disregarded clearly, therefore when an earthquake is detected, stop positioning and exposure promptly and are in a standby condition.

[0016] In addition, the location in which an acceleration sensor is attached has the good section the bottom of the mounting 13 of the body with which an oscillation of a floor is transmitted soon, and every exception.

[0017] Next, how to prevent the own breakage of equipment is explained. It is most thought as possibility that the shake by the earthquake will damage equipment itself that a conveyance object falls and equipment causes trouble with the fragment. After the hand of the wafer conveyance system 11 performed the wafer 2 on the occasion of exposure and the positioning device ejection and in which it does not illustrate performs rude positioning from the wafer carrier 10 into which the wafer 2 before exposure processing is carried out with an aligner went in the case of the equipment of drawing 1, the wafer stage 6 which is highly precise and positions a wafer 2 is passed. The location of the wafer 2 passed on the wafer stage 6 is checked by the alignment scope 12, and after that, it carries to a position and exposes. Then, it contains on the wafer carrier 10 by the wafer conveyance system 11 again.

[0018] Here, as shown in drawing 3, a wafer 2 adsorbs the rear face of a wafer with the vacuum adsorption method through the vacuum adsorption slot 36, and is usually held by the hand 30. The case where a wafer 2 is delivered to the wafer stage 6 from a hand, and in delivery during a hand which delivers a wafer 2 to a hand 32 from a hand 31 as shown in drawing 4, vacuum adsorption of the hand of the side passed after the vacuum adsorption in the hand of the side to receive is checked is canceled. As long as this vacuum adsorption is working normally, a hand does not drop a wafer 2. However, performing such delivery in the shake by the earthquake increases the danger of wafer 2 drop clearly. Although possibility that a wafer will fall on such conditions is low to be sure, considering the time and effort and costs which restoration when 10,000 falls also to 1 and a wafer falls in the wafer stage 6 grade of a high precision article takes, drop of a wafer 2 is the item which must surely be avoided. therefore, the object for earthquake detection -- when an accelerometer 14 detects the acceleration more than a preset value, it stands by until it stops delivery of a wafer 2 promptly and maintenance of a wafer will be in a more positive condition.

[0019] It can say that the same is said of reticle 1. A motion of reticle 1 is almost the same as the case of a wafer 2, and the reticle conveyance system 9 supplies reticle 1 to the reticle stage 8 which carries out maintenance positioning of ejection and the reticle 1 for the predetermined reticle 1 from the reticle library 7 where two or more reticles 2 were contained. After the reticle 1 supplied to the reticle stage 8 positions, it is exposed by the illumination-light study system 5. The reticle 1 on a reticle stage 8 is again contained to the reticle library 7 by the reticle conveyance system 9 after exposure termination. It is carrying out, when the hand of the reticle conveyance system 9 adsorbs

the rear face of reticle almost like [the maintenance approach of reticle] the case of a wafer 2. However, since when contained by the reticle library 7 prevents that dust adheres to reticle 1, reticle 1 is contained by the case where the reticle 1 non-illustrated whole is storable. It is at the time of the delivery [from a hand] to a reticle stage 8 from a hand or a hand like [a thing with the high danger of drop under conveyance of reticle 1] the case of a wafer 2. Too, although it is by no means high like [the possibility of reticle drop] the case of a wafer 2, the case of a wafer 2, and when it is serious similarly, therefore the possibility of the reticle drop by the earthquake is also slight, the damage to the reticle stage 8 by reticle drop etc. stops conveyance and delivery of reticle promptly, and stands by in the safe condition.

[0020] Thus, in order to lose the damage to a high precision article like reticle 1, the wafer stage 6 by drop breakage of a conveyance object like a wafer 2, or a reticle stage 8 as much as possible, when an accelerometer 14 detects an earthquake, delivery and conveyance of a dangerous conveyance object are stopped promptly, and it is in a standby condition.

[0021] Next, breakage prevention of moving part is explained. The case where it is the wafer stage 6 as which high degree of accuracy is most required also in moving part is explained. The wafer stage 6 is a high-degree-of-accuracy stage of 3 shaft structures of XYZ fundamentally, and position control of the XY direction is carried out to high degree of accuracy with a laser interferometer. When the control by the laser interferometer has flattery nature even to the oscillation of about 10Hz and a general earthquake thinks that it is about 2Hz, the wafer stage 6 is good to stop promptly, immediately after detecting an earthquake, to use position control, and to continue stopping on that occasion. By doing so, the wafer stage 6 can be struck by the exciting force by the earthquake, can be moved, and it can prevent colliding and damaging an edge. The wafer stage 6 is the Ayr floatation stage of high degree of accuracy, and when the position control by the laser interferometer becomes impossible, Ayr remains as it is and is good to stand by. It is because Ayr commits a buffer. In addition, to extraneous vibration, about a Z direction, the drive is using piezo (piezoelectric device) one or a gear train in many cases, and since the stroke of a Z direction is small, it is not necessary for it to be comparatively strong structure, and to apply position control.

[0022] Finally actuation of resumption of early operation is explained. As mentioned above, in order to stop equipment until it stops operation of equipment and the check of a predetermined checkpoint is completed, in order to prevent production of a defective, when an earthquake occurs, it becomes the important point how operation can be resumed quickly. It is decided by the ability of each check item to be checked [how] quickly whether time amount can be shortened. In this example, each check item is not automatic, and since it assumes that the user of equipment carries out, it displays each check item on the display 16 of the control operation section 15 in order so that it may turn out what the user of equipment should check how immediately. The condition of an equipment halt by the earthquake is rare, and it is because unlike the actuation which a user performs from every day operating frequency is low actuation, so it is thought that it is not immediately known how it should be coped with in order for a user to resume operation of equipment. He also tends to forget the existence, if it has not experienced even if it has written on the operation manual. That is, the anti-earthquake procedures which are the objects of this invention consider the strictly rare case. therefore, on a display 16, equipment is waiting -- displaying -- telling about (a sound being made) -- an activity required for resumption of operation is directed intelligibly. A display 16 is as common as the display used for the usual equipment operation of course, is good, and does not need to prepare a new thing. The content to display should check an imperfect alignment with "light source to be shown in drawing 5 . that of the following [approach] -- getting -- it is . If it ends, please push a confirmation button. Please check the location of a wafer conveyance system to " and "order. that of the following [approach] -- getting -- it is . If it ends, please push a confirmation button. It indicates by sequential like ".

[0023] In addition, in each check or adjustment, it is not necessary to prepare a new thing that what is necessary is just to use the device used at the time of installation of equipment or works adjustment as it is.

[0024] Furthermore, as a function for resumption of operation, the wafer 2 at the time of standby initiation and the condition of reticle 1 are memorized in the memory in the control operation section 15, and the resumption of operation has the function performed from the condition when being

interrupted. Therefore, exchange of the useless reticle 1 is unnecessary and a wafer 2 does not become useless, either. However, since a wafer 2 and reticle are immediately after a carrier beam, after they align the shake by the earthquake again, they resume operation.

[0025] Moreover, the anti-earthquake-procedures function of this invention can also stop a function by the command input from the control operation section 15. Moreover, an acceleration sensor may not prepare the thing of dedication, either but the acceleration sensor of another object in equipment may be shared. However, it is necessary to ask for an oscillation of a floor and relation with the acceleration which the sensor to share detects beforehand in that case. Furthermore, although the user of equipment himself checks each item, it has devices, like alignment of the body section and the another every section can be performed automatically, and equipment itself checks a part or all of effect by the earthquake automatically, and it may enable it to carry out, for example to amendment further in the above-mentioned explanation.

[0026] Furthermore, although here explained taking the case of the aligner, it is obvious that it is applicable not only to an aligner but various test equipment, process relation equipment, etc.

[0027]

[Effect of the Invention] Even when the sensor detects an earthquake and a with a seismic coefficient [of whenever / middle] of about two to four earthquake occurs by stopping operation temporarily and standing by in the safe condition etc. since the sensor for the earthquake detection for controlling actuation of equipment was formed in the semi-conductor aligner according to this invention as explained above, production of a defective can be prevented and own insurance of equipment can be kept. Moreover, it is not necessary to take the large-scale measures against vibration control etc. against eye others.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the whole semi-conductor aligner block diagram in the condition of having attached the acceleration sensor for earthquake detection concerning one example of this invention.

[Drawing 2] In the equipment of drawing 1, it is the whole block diagram showing the example at the time of changing the light source into an ultrahigh pressure mercury lamp from laser.

[Drawing 3] It is the perspective view showing how the hand for conveyance holds a wafer a in the equipment of drawing 1.

[Drawing 4] It is the perspective view showing how the hand for conveyance delivers a wafer a to the hand for conveyance in the equipment of drawing 1.

[Drawing 5] It is the mimetic diagram showing the example as which the display for a display displays "a check item and its content" in the equipment of drawing 1.

[Description of Notations]

Reticle, 2:wafer, 3:projection lens, 4:laser, 5 : 1: An illumination-light study system, 6: A wafer stage, 7:reticle library, 8 : A reticle stage, 9: A reticle conveyance system, 10:wafer cassette, 11 : A wafer conveyance system, 12: An alignment scope, 13:vibration isolation, the acceleration sensor for 14:earthquake detection, 15:control-operation section, the display for 16:displays, 21:lamp house, 22:ultrahigh pressure mercury lamp, 30:hand, 31:hand (side to pass), 32: Hand (side to receive).

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

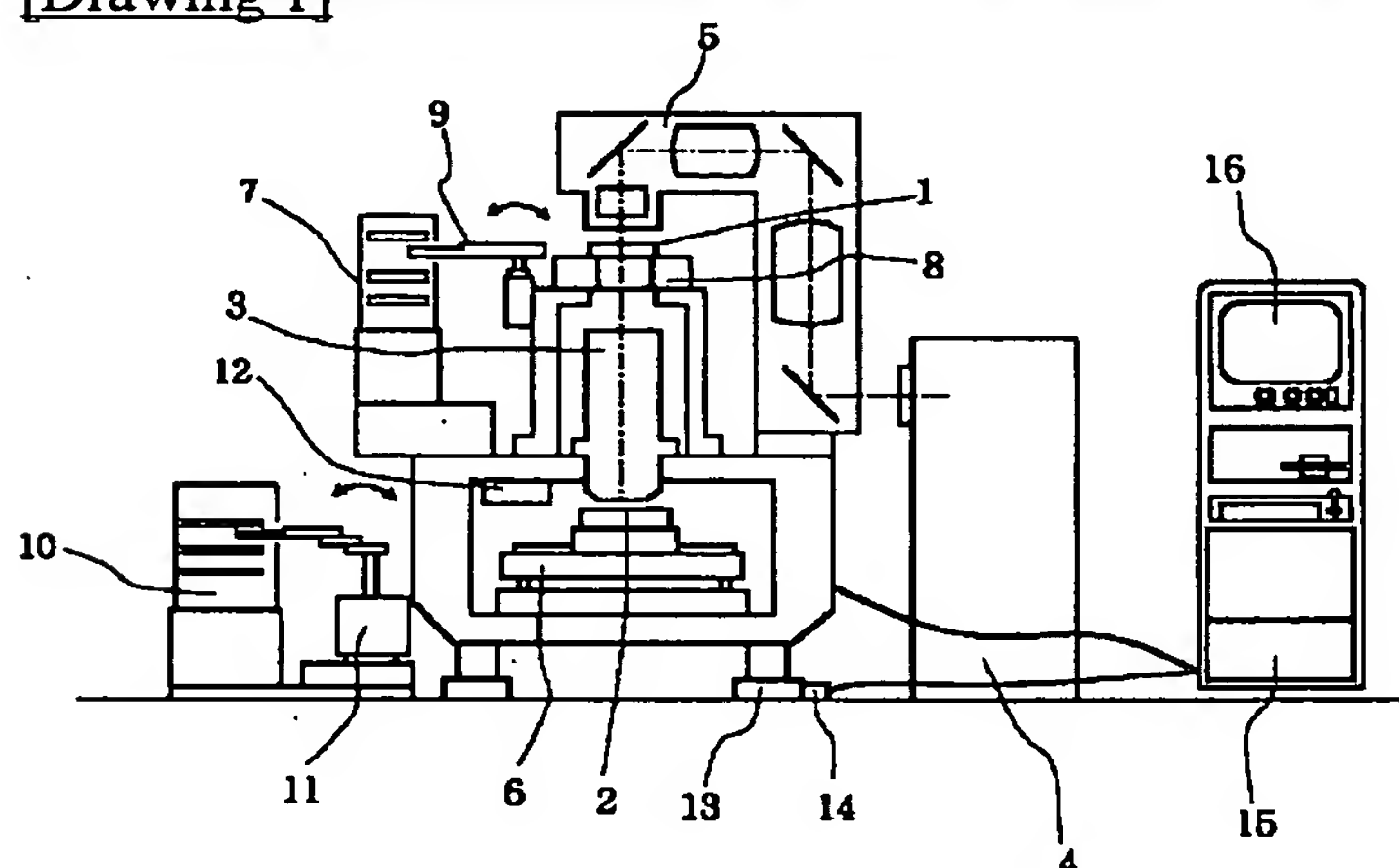
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

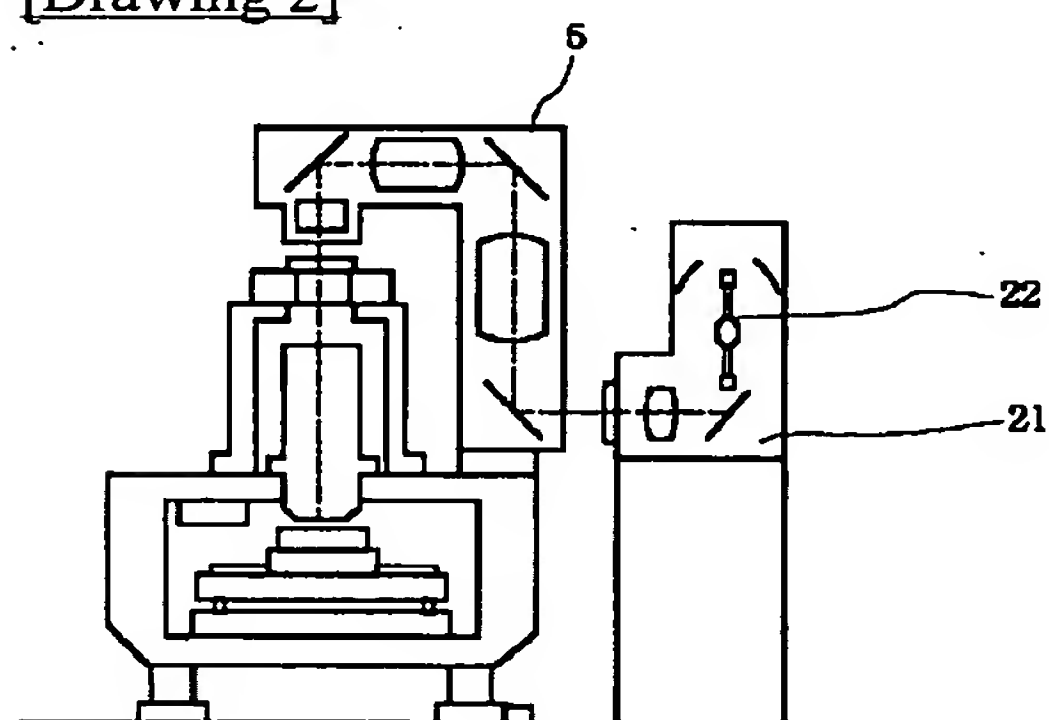
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

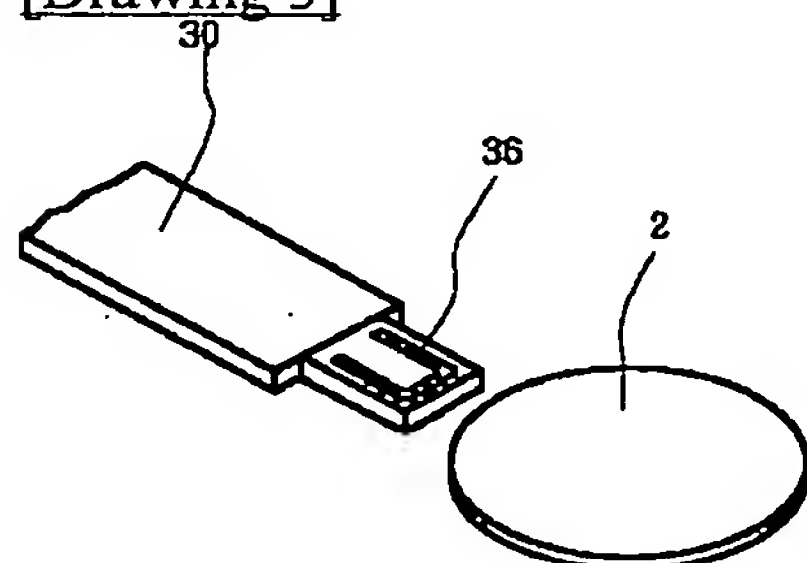
[Drawing 1]



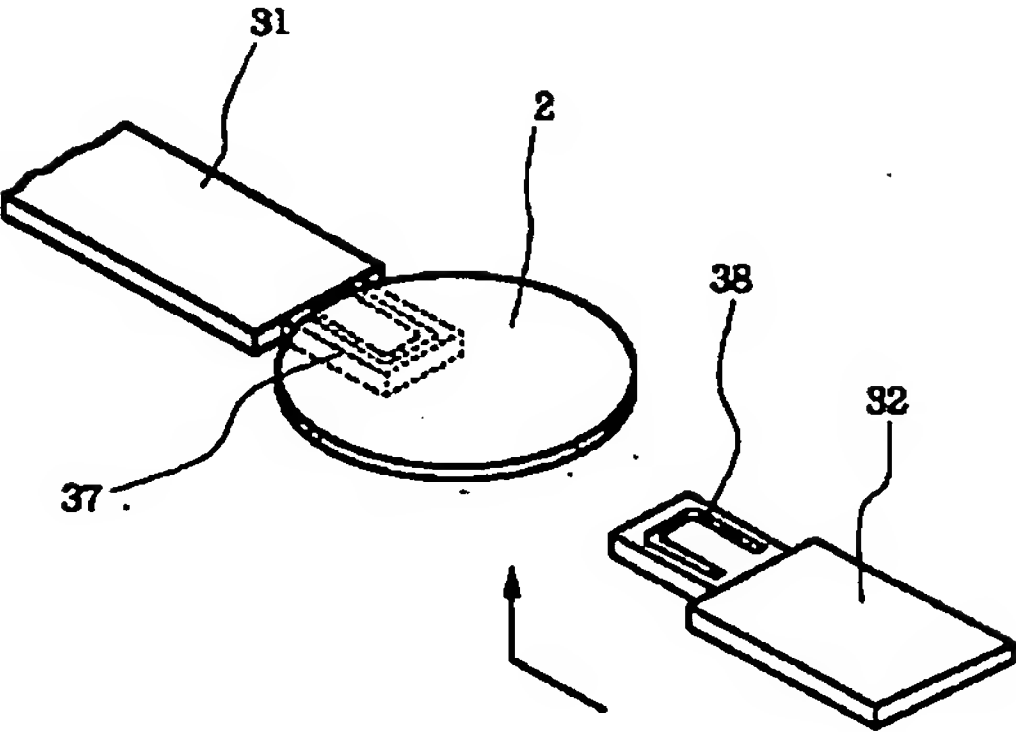
[Drawing 2]



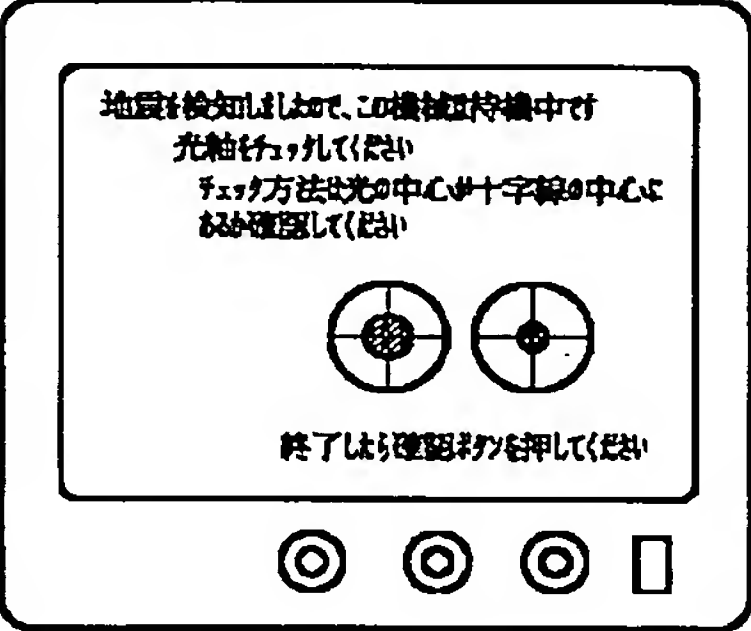
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-204108

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 7 月 22 日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H01L 21/027				
G03F 7/20	521	7316-2H		
G05D 3/00		X 9179-3H		
		7352-4M	H01L 21/30	301 Z

審査請求 未請求 請求項の数 9 (全 6 頁)

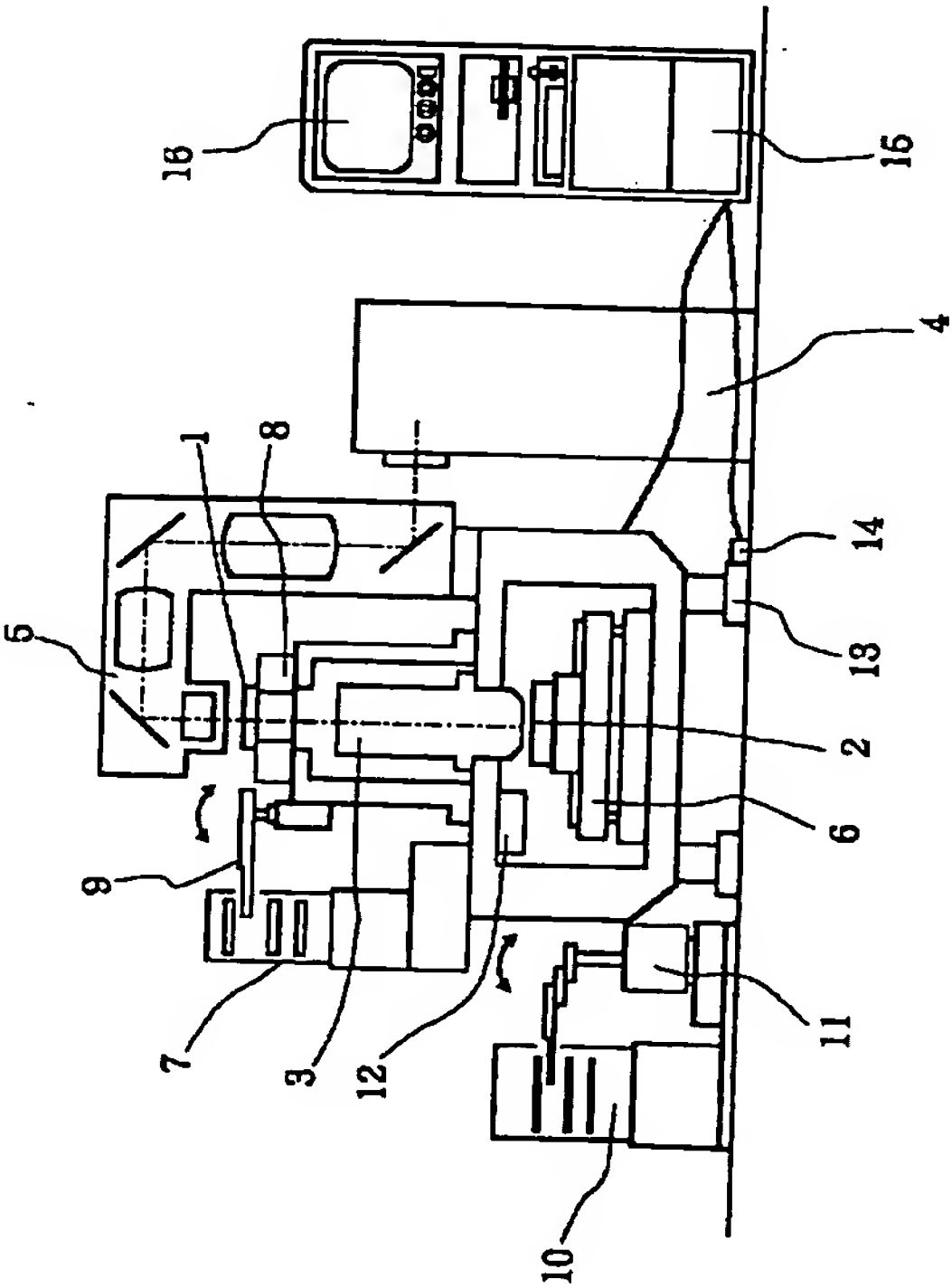
(21) 出願番号	特願平5-14406	(71) 出願人	000001007 キャノン株式会社 東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号
(22) 出願日	平成 5 年 (1993) 1 月 4 日	(72) 発明者	松下 敏一 神奈川県川崎市中原区今井上町 53 番地キャ ノン株式会社小杉事業所内
		(74) 代理人	弁理士 伊東 哲也 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 半導体露光装置

(57) 【要約】

【目的】 中規模の地震に対する有効な対策を施す。

【構成】 第 1 物体面上に形成されたパターンを直接もしくは光学手段を介して第 2 物体面に露光転写する半導体露光装置において、装置の動作を制御するための地震検知用のセンサを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 物体面上に形成されたパターンを直接もしくは光学手段を介して第 2 物体面に露光転写する半導体露光装置において、装置の動作を制御するための地震検知用のセンサを有することを特徴とする半導体露光装置。

【請求項 2】 稼働中に前記センサにより地震を検知すると、直ちに動作を停止する手段を有することを特徴とする請求項 1 記載の半導体露光装置。

【請求項 3】 第 1 物体および第 2 物体を装置へ搬入しおよび装置から搬出する搬送手段を備え、稼働中に前記センサにより地震を検知すると、直ちに搬送手段の動作を停止する手段を有することを特徴とする請求項 1 記載の半導体露光装置。

【請求項 4】 第 1 物体および第 2 物体を保持してそれらの位置を制御する位置制御手段を備え、稼働中に前記センサにより地震を検知すると、直ちに位置制御手段の駆動を停止し、定位置にとどまるように制御を行う手段を有することを特徴とする請求項 1 記載の半導体露光装置。

【請求項 5】 稼働中に前記センサにより地震を検知すると、地震があったことを警告する手段を有することを特徴とする請求項 1 記載の半導体露光装置。

【請求項 6】 稼働中に前記センサにより地震を検知すると、動作を停止しかつ操作者にその後に必要な行為を指示する手段を有することを特徴とする請求項 1 記載の半導体露光装置。

【請求項 7】 稼働中に前記センサにより地震を検知すると、動作を停止して停止前の状態を記憶し、この記憶したデータに基づいて停止時の状態から運転を再開する手段を有することを特徴とする請求項 1 記載の半導体露光装置。

【請求項 8】 稼働中に前記センサにより地震を検知すると、直ちにその動作を停止し、操作者による所定の点検が終了するまで運転を再開しないことを特徴とする請求項 1 記載の半導体露光装置。

【請求項 9】 稼働中に前記センサにより地震を検知すると、可動部分の最も安全な位置状態において処理を停止し待機する手段を有することを特徴とする請求項 1 記載の半導体露光装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】 本発明は I C、L S I 等の半導体素子の製造過程で使用する半導体露光装置に関し、特に、装置の運転中に中規模の地震等による外部振動が加わったときでも、不良品を生産せずに、且つ素早く装置を正常運転に戻す為の地震対策を施した半導体露光装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 従来、半導体露光装置では、設置仕様書

に規定された床振動の条件や、設置先毎に個別に検討された床振動の条件等を満たす通常の装置使用環境における振動に対して、正常に所定の性能が維持できるような防振対策、接続部の結合力アップ等の各種工夫がなされている。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら従来、半導体露光装置の運転中（輸送中と異なり固定金具や緩衝材等が無い状態）に比較的揺れの大きな震度 2 ～ 4 程度の中規模の地震が発生した場合を想定して、不良品の生産防止、装置の安全確保、装置の早急な正常運転再開等の為の対策を施すことは特に行われていない。従って従来の防振対策のみによれば、地震の規模や発生タイミング、装置の設置環境などの条件によっては従来の防振対策では取りきれない振動（例えば 2 H z、震度 4 では 4 m m になることもある）によって生じる露光装置内各部の位置ずれ等により、所定の性能が維持できず、不良品を生産してしまう。特に防振対策があまり行われていない別置き部（実施例で説明）の位置ずれの可能性が高い。しかも、近年の半導体素子の回路パターンの微細化にともない、上記位置ずれに対する許容値は益々小さくなりつつある。さらに、地震による外部振動によって、露光装置内の搬送物が落下破壊し、その破片などにより、高精密ステージなどが正常に動かなくなったり、衝撃で叩きつけられた高精密ステージが壊れるような装置自身の故障や破損が発生する。

【 0 0 0 4 】 本発明の目的は、このような従来の問題に鑑み、半導体露光装置において、中規模の地震に対する有効な対策を施すことにある。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】 この目的を達成するため本発明では、第 1 物体面上に形成されたパターンを直接もしくは光学手段を介して第 2 物体面に露光転写する半導体露光装置において、装置の動作を制御するための地震検知用のセンサを有する。

【 0 0 0 6 】 より具体的な態様においては、稼働中に前記センサにより地震を検知すると、直ちに動作を停止する手段を有する。例えば、第 1 物体および第 2 物体を装置へ搬入しおよび装置から搬出する搬送手段を備える場合には、地震を検知すると、直ちに搬送手段の動作を停止する手段を有する。また、第 1 物体および第 2 物体を保持してそれらの位置を制御する位置制御手段を備える場合は、地震を検知すると、直ちに位置制御手段の駆動を停止し、定位置にとどまるように制御を行う手段を有する。さらに、地震があったことを警告する手段、動作を停止しかつ操作者にその後に必要な行為を指示する手段、動作を停止して停止前の状態を記憶し、この記憶したデータに基づいて停止時の状態から運転を再開する手段、動作を停止し、操作者による所定の点検が終了するまで運転を再開しないようにする手段、可動部分の最も

安全な位置状態において処理を停止し待機する手段等を有するのが好ましい。

【 0 0 0 7 】

【作用】この構成において、例えば、露光装置に設けられた地震検知用の加速度センサにより地震を検知した場合には、露光装置は直ちに運転を一時停止して、装置の安全を確保した状態で待機し、使用者が指示された点検項目に従って点検を行った後、停止前の状態をメモリから呼び出し、その状態から運転を再開する。これにより、大がかりな防振対策等を施す必要なく、希ではあるが不良品生産や装置自身の破損という重大な事態を招く中規模地震による損害が防止される。

【 0 0 0 8 】

【実施例】以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。図 1 は本発明の一実施例に係る半導体露光装置を示す。この半導体露光装置はレンズ等の光学手段を介して第 1 物体上のパターンを第 2 物体上に投影露光する投影露光型のものであるが、その基本構成に、本発明の特徴である地震検知用加速度センサが取り付けられている。図中、1 は半導体素子を形成するために露光転写される回路パターンを有する第 1 物体であるレチクル、2 はレチクル 1 の回路パターンが露光転写される第 2 物体であるウエハ、3 はレチクル 1 のパターンを所定の縮小倍率でウエハ 2 に投影する投影レンズ、4 は光源であるレーザ、5 はレーザからのレーザ光を照度が均一で所定の大きさの光束に変換する照明光学系、6 はウエハ 2 を高精度で位置決めするウエハステージ、7 は数種類のレチクル 1 を保管するレチクルライブラリ、8 はレチクル 1 のパターンをウエハ 2 に露光転写するときレチクル 1 を保持して位置決めするレチクルステージ、9 は所望のレチクルライブラリ 7 より取り出してレチクルステージ 8 上に供給し、また、レチクルステージ 8 上の不要となったレチクルライブラリ 7 に収納するレチクル搬送系、10 は複数のウエハ 2 を保管するウエハカセット、11 は未露光のウエハ 2 をウエハカセット 10 より取り出してウエハステージ 6 上に供給し、また逆に露光済みのウエハ 2 をウエハステージ 6 より回収してウエハカセット 10 に収納するウエハ搬送系、12 はレチクル 1 とウエハ 2 との位置ずれを計測するアライメントスコープ、13 は防振装置、14 は地震検知用の加速時計、15 は露光装置を操作コントロールする制御操作部、16 は制御操作部 15 の一部を構成している表示用ディスプレイである。加速度計 14 が取り付けられた以外は従来の半導体露光装置の基本構成と大差はない。

【 0 0 0 9 】次に、この構成において、本発明の目的である、露光装置の運転中に比較的揺れの大きな震度 2 ～ 4 程度の地震が発生した場合に、①露光装置が不良品を作らないようにし、②装置自身が破損するのを防止し、そして③装置の早期運転再開を行う機能について順次説明する。

【 0 0 1 0 】まず不良品の製造防止について説明する。地震による振動の影響を最も受け易いと思われるのは、本体と、本体の一部を構成するが床に単独で別置きされている別置き部との位置関係である。本体とは、本実施例の場合、マウント（防振装置）13 上に乗って支持されている部分全体を意味する。一方、別置き部とは、ここではレーザ 4、ウエハカセット 10 およびウエハ搬送系 11 である。すなわちマウント 13 に乗っておらず、単独で床に置かれている部分である。本体部はマウント 13 の防振機構によって地震による振動が吸収されるので、地震による外部振動に対して位置ずれや衝撃による破損や破壊を起こしにくい。更に、装置自身の質量は 2 ～ 3 t o n と大きいので、地震の揺れによる位置ずれは僅かである。

【 0 0 1 1 】しかし、別置き部は、通常の使用状態すなわち装置の設置規格に示される床振動の状態などでは本体部との位置ずれを起こすことはないが、その防振機構が本体部のように必ずしも十分でないこと、質量も軽いこと等から通常の使用状態を越える振動が中規模程度の地震によって加わった場合には、必ずしも本体部と別置き部の位置関係が保証されない。設置規格では例えば 2 H z で 1 g a l 程度まで保証されているが、震度 4 の地震では 8 0 g a l 程度の加速度が加わることがある。本実施例では別置き部としているレーザ 4、ウエハキャリア 10 およびウエハ搬送系 11 は、他の場合においては必ずしも本体部と別置きとは限らない。しかし例えばレーザ 4 は、有毒ガスも使用している事による安全面への配慮のためや、温度を一定にしたりゴミのない環境を作り上げるために多額の維持費のかかる部屋（クリーンルーム）のスペースを有効活用するために、本体から離して別置きとして設置するケースが多くなってきている。にもかかわらず近年の回路パターンの微細化の要求に応えるため、レーザ 4 と本体上の照明光学系 5 との位置関係をより厳しく管理する事が求められている。例えば照明系 5 を出た光による照明は、その有効範囲において各位置での照度差が ± 1 ～ 2 % である事が求められており、それを実現するために本体部と別置き部の位置ずれは 0 . 5 m m 以下程度とされる。

【 0 0 1 2 】しかし希にしか起きない地震のためにだけ専用の防振機構を設けたり、大型化して剛性を上げるのはコストアップにもつながり適切ではない。そこで、装置本体または別置き部に地震を検知する加速度計 14 を設けて、特に別置き部の設置環境を参考にして決められた値以上の加速度が検知された時は、装置の動作を一時中止して、露光装置が異常チップを生産して生産性の低下を来す事を防止している。そして各点検項目のチェック、すなわちここではレーザ 4 と本体部の位置ずれチェックが終了するまで装置の運転を再開させない。繰り返すが、どんなに大きな揺れの地震に対しても装置本体と別置き部の位置関係が狂わない装置が理想であるが、上

記位置関係を狂わせるほどの大きな揺れを伴う地震は限られており、すべての状況に対応可能な装置構造とすると、装置の大型化やコストアップにつながる。そこで本発明では、無視できないが頻度は多くない大きな揺れのもとなう地震に対しては、一時停止して不良品の生産を防止するが、回復迄の時間の短縮（後述）を図る事で安価な方法での地震対策を可能にしている。

【0013】図1では、光源としてレーザを用いた例が示されているが、従来から最も使用されている超高圧水銀灯を光源とした場合も同様の事が考えられる。図2は光源として超高圧水銀灯22を使用した場合の例である。図2の例では超高圧水銀灯はレーザ4の場合と同じ様に別置きされているランプハウス21に収納されている。従来、ランプを収納する場所であるランプハウスは照明系5と一体であり、別置きではなかった。ところが露光装置の性能向上が求められるにつれて、水銀ランプから発するランプハウスからの熱が露光装置の温度環境に与える影響が無視出来なくなり、本例のようにランプハウスが別置きされるケースがでてきている。

【0014】光源以外の別置き部の例として、図1には、ウエハキャリア10やウエハ搬送系11が示されている。この場合も必ずしもウエハ搬送系11などが別置きされるわけではないが、別置きの構成であると、ウエハ搬送系の位置ずれによりウエハの搬送が停止する可能性が考えられる。これは不良チップの生産にはつながらないが、装置の生産性に直結する重大な問題である。したがって地震があった場合には性能の問題と同様にその都度確実に問題がないかチェックしておくのが望ましい。尚、ウエハキャリア10までが本体部に構成されている場合でも、近年の生産ラインの自動化に伴い自動搬送ロボットがウエハキャリアを運搬してくる事も多くなっているため、ロボットの移動ラインとの位置関係についても同様に考えられる。

【0015】別の不良品の製造の可能性を生じさせる原因としては、レチクル1とウエハ2の位置合せ精度の悪化がある。図1の装置では、ウエハ1の位置決めは、アライメントスコープ12によってウエハ1の位置を確認し、ウエハステージ13によって所定の位置に送ることにより行っている。一方、レチクル1も同様にレチクルステージ8と不図示のアライメントスコープとによって行われている。ところで近年の半導体素子の微細化にともない、0.1 μ mレベルの位置決めが要求されている。これに対して防振装置であるマウント13によれば、震度4、2Hz程度の地震では本体上で4mm程度の揺れが残ることもある。これらは明らかに無視できない数値であり、したがって地震を検知したときは直ちに位置決めや露光を中止して待機状態にはいる。

【0016】尚、加速度センサを取り付ける場所は、床の振動が直に伝わる本体のマウント13の下か、別置き部が良い。

【0017】次に装置自身の破損を防ぐ方法について説明する。地震による揺れが装置自身を破損する可能性として一番考えられるのは、搬送物が落下してその破片によって装置が支障を来す事である。図1の装置の場合、露光に際しては、露光装置で露光処理される前のウエハ2が入ったウエハキャリア10から、ウエハ2をウエハ搬送系11のハンドによって取り出し、不図示の位置決め機構によって荒い位置決めを行った後に、ウエハ2を、高精度で位置決めするウエハステージ6に渡す。ウエハステージ6上に渡されたウエハ2の位置をアライメントスコープ12によって確認し、その後、所定の位置に運んで露光する。その後、再びウエハ搬送系11によってウエハキャリア10に収納する。

【0018】ここで、ウエハ2は通常、図3に示すように、真空吸着溝36を介する真空吸着方式によってウエハの裏面を吸着しハンド30によって保持する。ハンドからウエハステージ6にウエハ2を受け渡す場合や、図4に示すように、ウエハ2をハンド31からハンド32に受け渡すようなハンド間の受け渡しの場合は、受け取る側のハンドにおける真空吸着が確認された後に渡す側のハンドの真空吸着を解除する。この真空吸着が正常に働いている限りはハンドがウエハ2を落下させる事はない。しかし、このような受け渡しを地震による揺れの中で行うのは、ウエハ2落下の危険性を明らかに増大させる。このような条件でウエハが落下する可能性は確かに低い、万が一にもウエハが高精密品のウエハステージ6等に落下した場合の修復に要する手間と費用を考えると、ウエハ2の落下は是非とも避けなければいけない項目である。従って地震検知用加速度計14が設定量以上の加速度を検知した時は、ウエハ2の受け渡しを直ちに中止してウエハの保持がより確実な状態となるまで待機する。

【0019】レチクル1についても同様の事が言える。レチクル1の動きもウエハ2の場合とほぼ同じで、複数のレチクル2が収納されたレチクルライブラリ7からレチクル搬送系9が所定のレチクル1を取り出し、レチクル1を保持位置決めするレチクルステージ8にレチクル1を供給する。レチクルステージ8に供給されたレチクル1は位置決めした後に照明光学系5によって露光する。露光終了後、レチクルステージ8上のレチクル1を再びレチクル搬送系9によってレチクルライブラリ7に収納する。レチクルの保持方法もウエハ2の場合とほぼ同様にレチクル搬送系9のハンドがレチクルの裏面を吸着することにより行っている。但し、レチクルライブラリ7に収納されているときは、レチクル1にゴミが付着するのを防止するために、レチクル1は、不図示のレチクル1全体を格納できるケースに収納されている。レチクル1の搬送中の落下の危険性が高いのもウエハ2の場合と同様にハンドからハンドやハンドからレチクルステージ8への受け渡しの時である。レチクル落下の可能性

もウエハ 2 の場合と同様にけっして高くないが、レチクル落下によるレチクルステージ 8 などへのダメージはやはりウエハ 2 の場合と同様に甚大であり、従って地震によるレチクル落下の可能性が僅かでもある場合、レチクルの搬送や受け渡しを直ちに中止して安全な状態で待機する。

【 0 0 2 0 】 このようにレチクル 1 やウエハ 2 のような搬送物の落下破損によるウエハステージ 6 やレチクルステージ 8 のような高精度品へのダメージを極力なくす為に、加速度計 1 4 が地震を検知すると直ちに危険な搬送物の受け渡しや搬送を中止して待機状態にはいる。

【 0 0 2 1 】 次に可動部の破損防止について説明する。可動部の中でも最も高精度が要求されるウエハステージ 6 の場合について説明する。ウエハステージ 6 は基本的には X Y Z の 3 軸構造の高精度ステージであり、X Y 方向はレーザ干渉計で高精度に位置制御される。レーザ干渉計による制御は、1 0 H z 程度の振動に対してまで追従性があり、一般の地震が 2 H z 程度であると考え、ウエハステージ 6 は地震を検知次第速やかに停止し、位置制御を働かせてその場に留まり続けるのがよい。そうすることでウエハステージ 6 が地震による加振力で叩かれ移動させられて、端部が衝突して破損することを防ぐことができる。ウエハステージ 6 が高精度のエア浮上ステージであって、もしレーザ干渉計による位置制御が出来なくなったときは、エアはそのままで、待機しているのがよい。エアが緩衝剤の働きをするからである。なお、Z 方向に関しては、駆動機構がピエゾ（圧電素子）またはギヤ列を使用している場合が多く、外部振動に対して比較的強い構造であり、且つ Z 方向のストロークは小さいので、位置制御をかけなくても

よい。

【 0 0 2 2 】 最後に早期運転再開の動作について説明する。上述のように、地震が発生したときは不良品の生産を防止するために装置の運転を止めて、所定の点検項目のチェックが終了するまで装置を停止させるため、いかに素早く運転を再開できるかが重要なポイントになる。時間が短縮出来るか否かは、各確認項目をいかに速くチェック出来るか否かで決まる。本実施例では各チェック項目は、自動でなく装置の使用者が行う事を想定しているので、装置の使用者が何をどうチェックすれば良いかがすぐに分かるように、制御操作部 1 5 のディスプレイ 1 6 に各チェック項目を順番に表示していく。何故なら、地震による装置停止の状態は希であり、使用者が日頃から行う操作とは異なり、使用頻度が低い操作であるので、使用者が装置の運転を再開するためにはどう対処すれば良いかすぐには分からないと考えられるからである。取扱い説明書に書いてあっても体験したことが無ければその存在も忘れがちである。つまり本発明の目的である地震対策はあくまでも希なケースと考えている。だからディスプレイ 1 6 上に、装置が待機中である事を表

示して知らせる（音を出しても良い）とともに、運転再開に必要な作業を分かりやすく指示するのである。ディスプレイ 1 6 はむろん通常の装置オペレーションに使用するディスプレイと共通でよく、新たなものを設ける必要はない。表示する内容は、例えば図 5 に示すように『光源との軸ずれを確認して下さい。方法は以下のとおりです。終了したら確認ボタンを押して下さい。』、『次にウエハ搬送系の位置を確認して下さい。方法は以下のとおりです。終了したら確認ボタンを押して下さい。』等のように順次表示していく。

【 0 0 2 3 】 尚、各確認や調整においては、装置の設置時或は工場調整時に使用する機構をそのまま使用すればよく、新たなものを設ける必要はない。

【 0 0 2 4 】 更に運転再開のための機能として、待機開始時のウエハ 2 とレチクル 1 の状態を制御操作部 1 5 内のメモリに記憶しておき、運転再開は、中断したときの状態から行う機能を有する。従って無駄なレチクル 1 の交換も不要であるし、ウエハ 2 も無駄にならない。但しウエハ 2 とレチクルは地震による揺れを受けた直後であるので、再度位置合せを行ってから運転を再開する。

【 0 0 2 5 】 また本発明の地震対策機能は、制御操作部 1 5 からのコマンド入力により機能を中止させることもできる。また、加速度センサも専用のものを設けるのではなく、装置内にある別の目的の加速度センサを共用しても良い。但しその場合は、床の振動と、共用するセンサの検出する加速度との関係を予め求めておく必要がある。更に上記の説明では、装置の使用者自らが各項目をチェックするが、例えば本体部と別置き部の位置合せが自動でできる等の機構を備え、装置自身が自動的に地震による影響の一部または全部を確認しさらに補正まで行う事が出来るようにしてもよい。

【 0 0 2 6 】 さらに、ここでは露光装置を例にとって説明したが、露光装置に限らず各種検査装置、プロセス関係装置等にも応用出来るのは自明である。

【 0 0 2 7 】

【発明の効果】 以上説明したように本発明によれば、半導体露光装置において、装置の動作を制御するための地震検知用のセンサを設けたため、そのセンサが地震を検知した時は運転を一時止めて安全な状態で待機する等により、中程度の震度 2 ～ 4 程度の地震が起きた場合でも、不良品の生産を防止し且つ装置自身の安全を守ることができる。また、そのために、大がかりな防振対策等を施す必要もない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施例に係る、地震検知用加速度センサを取りつけた状態の半導体露光装置の全体構成図である。

【図 2】 図 1 の装置において、光源をレーザから超高压水銀灯に変えた場合の例を示す全体構成図である。

【図 3】 図 1 の装置において搬送用ハンドがウエハを

保持する方法を示す斜視図である。

【図 4】 図 1 の装置において搬送用ハンドが搬送用ハンドにウエハを受け渡す方法を示す斜視図である。

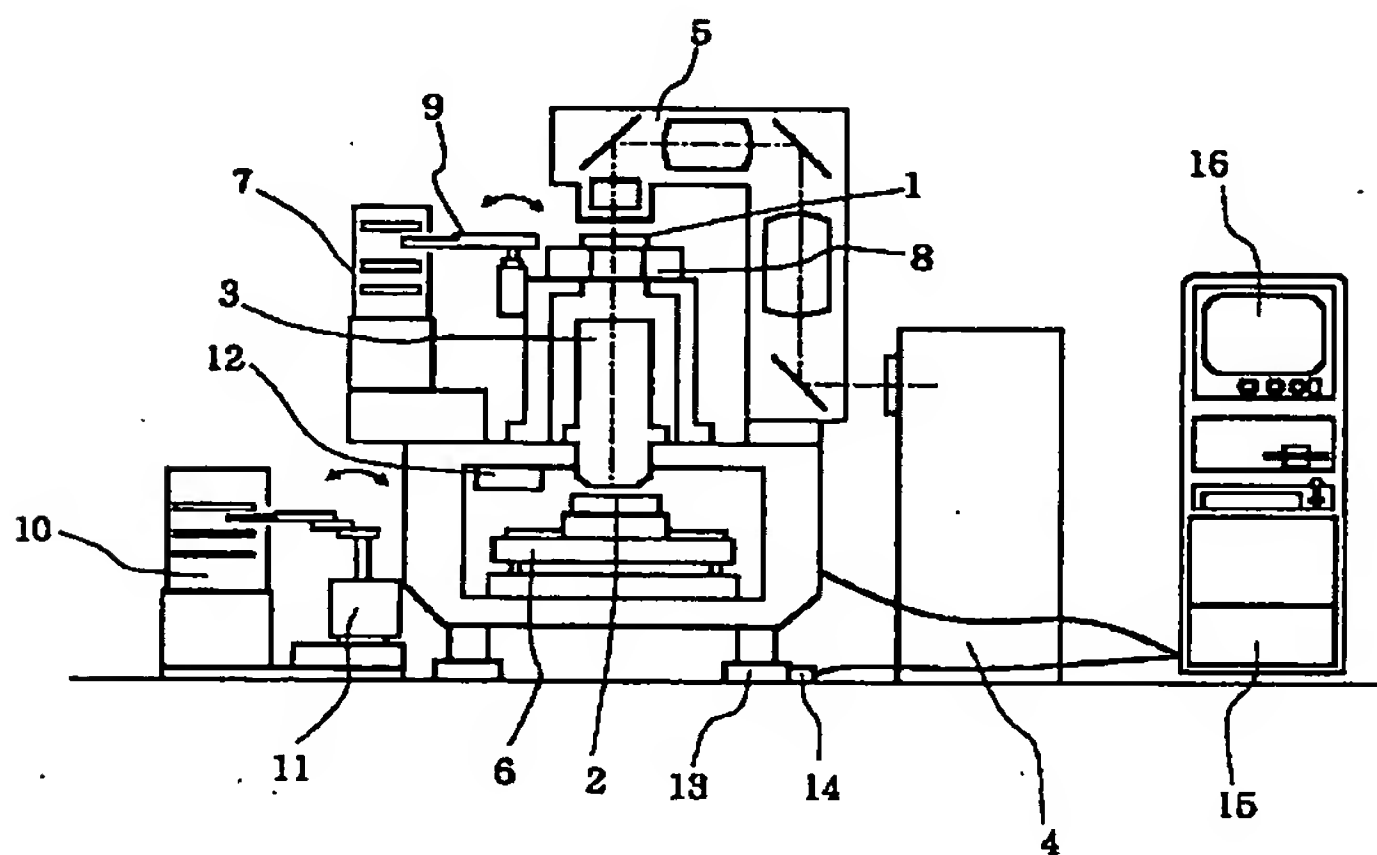
【図 5】 図 1 の装置において表示用ディスプレイが『チェック項目とその内容』を表示している例を示す模式図である。

【符号の説明】

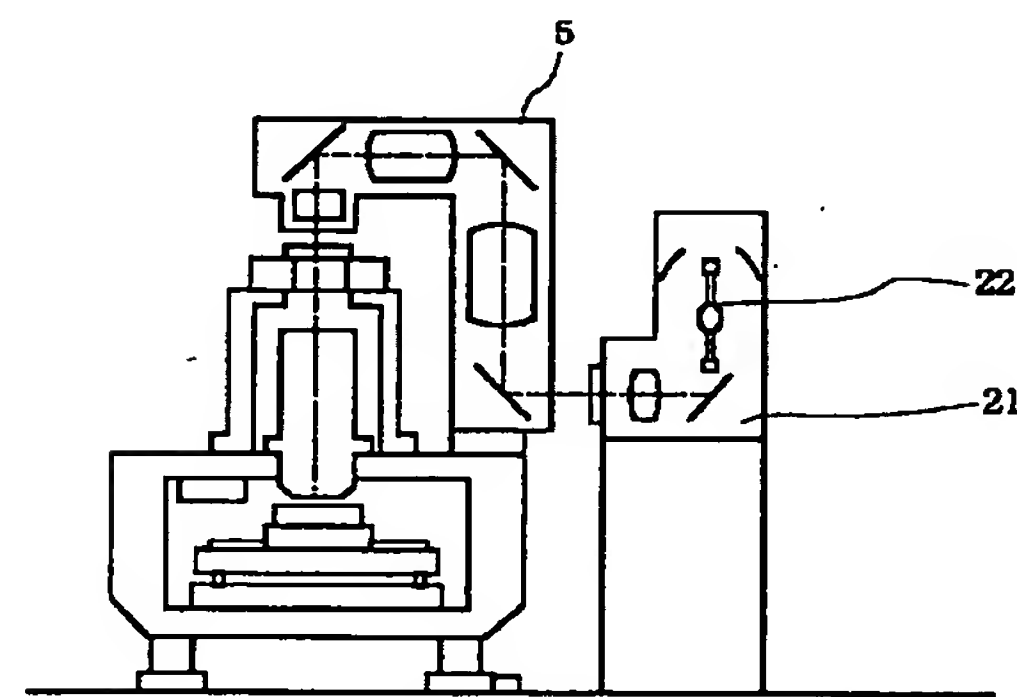
1 : レチクル、2 : ウエハ、3 : 投影レンズ、4 : レー

ザ、5 : 照明光学系、6 : ウエハステージ、7 : レチクルライブラリー、8 : レチクルステージ、9 : レチクル搬送系、10 : ウエハカセット、11 : ウエハ搬送系、12 : アライメントスコープ、13 : 防振装置、14 : 地震検知用加速度センサ、15 : 制御操作部、16 : 表示用ディスプレイ、21 : ランプハウス、22 : 超高圧水銀灯、30 : ハンド、31 : ハンド (渡す側)、32 : ハンド (受け取る側)。

【図 1】

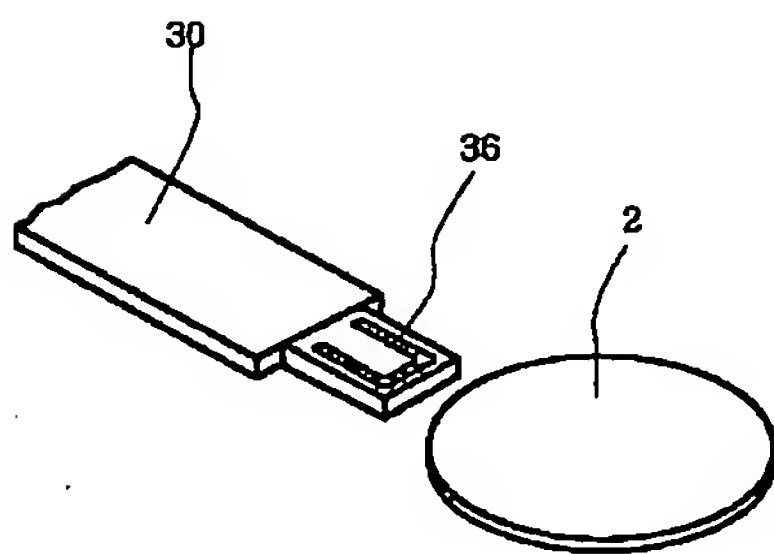


【図 2】



【図 5】

【図 3】



【図 4】

